

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-97778

(43)公開日 平成8年(1996)4月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H04B 10/105

10/10

10/22

H04B 9/00

R

S

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全13頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-251660

(22)出願日 平成6年(1994)9月21日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 平島 明

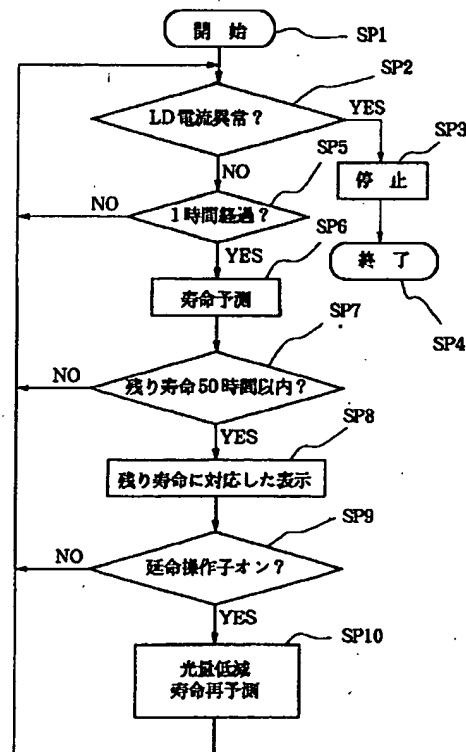
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(54)【発明の名称】 光通信装置

(57)【要約】

【目的】例えば空間を伝播する光ビームを介して伝送対象との間で情報信号を送受する光空間伝送装置等の光通信装置において、使用条件、装置間で大きく変化するレーザーダイオードの寿命を正確に予測する。

【構成】本発明は、レーザーダイオードの特性データを記憶手段に記憶し、この特性データとレーザーダイオードのモニタ結果に基づいて、レーザーダイオードの特性が規定の特性にまで劣化する時間等を予測する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザーダイオードから射出されるレーザービームを伝送対象に送出し、前記レーザービームを介して前記伝送対象に所望の情報信号を伝送する光通信装置において、

前記レーザーダイオードの特性データを記録する記憶手段と、

前記レーザーダイオードの動作状態をモニタし、モニタ結果を出力するモニタ手段と、

前記特性データ及びモニタ結果に基づいて、前記レーザーダイオードの特性が規定の特性にまで劣化する時間を予測し、又は前記レーザーダイオードの特性の劣化状況を予測する演算処理手段とを具えることを特徴とする光通信装置。

【請求項2】 前記特性データは、前記レーザーダイオードの発振開始電流の温度特性、前記レーザーダイオードの微分効率の温度特性でなり、

前記モニタ結果は、前記レーザーダイオードの動作電流、前記レーザーダイオードの温度、前記レーザーダイオードの動作時間及び前記レーザービームの光量でなることを特徴とする請求項1に記載の光通信装置。

【請求項3】 前記予測した劣化する時間、又は前記劣化状況を表示することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光通信装置。

【請求項4】 前記モニタ結果に基づいて、前記レーザーダイオードの動作の異常を検出することを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3に記載の光通信装置。

【請求項5】 前記予測した時間に基づいて、前記レーザーダイオードの特性が規定の特性にまで劣化する時間が、前記予測した時間より長くなるように、前記レーザービームの光量を低減することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4に記載の光通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信装置に関し、例えば空間を伝播する光ビームを介して伝送対象との間で情報信号を送受する光空間伝送装置に適用することができる。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の光空間伝送装置は、空間を伝播するレーザービームを介して所望の情報信号を伝送することにより、簡易に設置してテレビジョン中継等に使用できるようになされている。

【0003】 すなわちこの光空間伝送装置を用いた光通信システムは、例えばケーブルを簡易に敷設することが困難な地点間において、互いが対向するように1組の光空間伝送装置を配置し、これらの光空間伝送装置間で相互にレーザービームを送受する。ここでこのレーザービームは、テレビジョンカメラ等から出力される映像信号によってレーザーダイオードを駆動して形成される。

【0004】 これにより光空間伝送装置では、このレーザービームを受光して伝送対象から送出された映像信号等を受信できるようになされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところでこのように空間を伝播するレーザービームを介して伝送対象との間で情報信号を送受する場合において、受信側で大きなダイナミックレンジを確保するためには、受信側において十分な入射光量を確保する必要がある。このため光空間伝送装置では、大出力のレーザーダイオードを用いて、十分な光量でレーザービームを送出するようになされている。

【0006】 ところがこのような大出力のレーザーダイオードは、長時間使用すると、徐々に劣化し、ついには安定な通話を確保できなくなる。従って光空間伝送装置では、レーザーダイオードが寿命に近づくと、レーザーダイオードを交換する必要がある。

【0007】 ところがこの種のレーザーダイオードは、使用条件、個体間のばらつきにより、寿命が大きく異なる。すなわち図9に示すように、レーザーダイオードは、周囲温度が低い場合は平均寿命時間が長く、また光量を低減すれば、その分平均寿命時間が長くなる。さらに図10及び図11に示すように、レーザーダイオードの動作特性を表す発振開始電流及び微分効率もパッケージ温度に応じて変化し、このことから特性劣化の程度が周囲温度に応じて変化することがわかる。

【0008】 さらに図12～図14に示すように、レーザーダイオードを80個サンプリングして測定した結果によれば、発振開始電流、動作電流、微分効率の何れもが、個体間でばらついていることがわかる。

【0009】 これに加えて図15に示すように、このレーザーダイオードと同一のパッケージに収納された光量モニタ用のフォトディテクタにおいても、個体間でばらつきが大きいことがわかる。またこのフォトディテクタと異なるフォトディテクタを測定した結果によれば、図16に示すように、この種のフォトディテクタは、温度によって特性が変化する。

【0010】 これにより自動光量制御回路において、フォトディテクタの光量検出結果が一定値になるようにレーザーダイオードを駆動した場合でも、レーザーダイオードから射出されるレーザービームの光量は、必ずしも一定値に保持されていないことがわかる。従ってレーザーダイオードは、モニタ用フォトディテクタのばらつきによっても駆動条件が変化し、これによっても寿命時間が大きく異なることがわかる。

【0011】 特に光空間伝送装置は、屋内、屋外等、種々の箇所に設置して使用されることにより、広範囲の周囲温度で使用され（-20度～50度の範囲）、これにより素子間のばらつきだけでなく、装置の使用条件によってレーザーダイオードの寿命が大きく変化する。

10

20

30

40

50

## 3

【0012】このため光空間伝送装置は、結局、安定した通話を維持するために、寿命時間までに充分な余裕がある場合でも、レーザーダイオードを交換しなければならない無駄があった。このように使用条件、装置間で大きく変化するレーザーダイオードの寿命を予測することができれば、安定した通話を維持しつつ、この種の無駄を省くことができ、また必要に応じて駆動条件を変更して寿命を延ばすこともできる。

【0013】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、使用条件、装置間で大きく変化するレーザーダイオードの寿命を正確に予測することができる光通信装置を提案しようとするものである。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】以下の説明は、光通信装置でなる図2に示した光空間伝送装置の構成図による。すなわちかかる課題を解決するため本発明においては、レーザーダイオード4から射出されるレーザービームL1を伝送対象に送出し、レーザービームL1を介して伝送対象に所望の情報信号S1を伝送する光通信装置1において、レーザーダイオード4の特性データを記録する記憶手段26と、レーザーダイオード4の動作状態をモニタし、モニタ結果V2、V3、V4を出力するモニタ手段21、22、23、66と、特性データ及びモニタ結果V2、V3、V4に基づいて、レーザーダイオード4の特性が規定の特性にまで劣化する時間を予測し、又はレーザーダイオード4の特性の劣化状況を予測する演算処理手段24とを具えるようにする。

【0015】特に、これらの特性データは、レーザーダイオード4の発振開始電流の温度特性、レーザーダイオード4の微分効率の温度特性でなり、モニタ結果は、レーザーダイオード4の動作電流、レーザーダイオード4の温度、レーザーダイオード4の動作時間及びレーザービームL1の光量でなるようにする。

【0016】さらに、この予測した劣化する時間、又はレーザーダイオード4の特性の劣化状況を表示する。

【0017】また、モニタ結果V3、V4に基づいて、レーザーダイオード4の動作の異常を検出する。

【0018】さらに、予測した時間に基づいて、レーザーダイオード4の特性が規定の特性にまで劣化する時間が、予測した時間より長くなるように、レーザービームL1の光量を低減する。

## 【0019】

【作用】レーザーダイオード4の特性データを記憶手段26に記憶し、この特性データとレーザーダイオード4のモニタ結果V2、V3、V4に基づいて、レーザーダイオード4の特性が規定の特性にまで劣化する時間、又はレーザーダイオード4の特性の劣化状況を予測すれば、使用条件、装置間で大きく変化するレーザーダイオードの寿命を正確に予測することができる。

【0020】特に、これらの特性データとして、レーザ

## 4

ードダイオード4の発振開始電流の温度特性、レーザーダイオード4の微分効率の温度特性を記録し、レーザーダイオード4の動作電流、レーザーダイオード4の温度、レーザーダイオード4の動作時間及びレーザービームの光量をモニタして、正確に寿命を予測することができる。

【0021】また予測結果を表示して、オペレータに注意を喚起することができる。

【0022】モニタ結果V3に基づいて、レーザーダイオード4の動作の異常を検出して、レーザーダイオード4の事故を有効に回避することができる。

【0023】さらに、レーザーダイオード4の特性が規定の特性にまで劣化する時間が長くなるように、レーザービームL1の光量を低減して、レーザーダイオード4の寿命を延長することができる。

## 【0024】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳述する。

【0025】図2において、1は全体として光空間伝送装置を示し、同一構成の伝送対象に向けてレーザービームL1を射出すると共に、この伝送対象から到来するレーザービームL2を受光し、これにより映像信号等を双方向で送受する。

【0026】すなわち光空間伝送装置1は、伝送に供する映像信号等の情報信号S1を信号処理回路2に入力し、ここで周波数変調した後、周波数多重化する。これにより光空間伝送装置1は、周波数多重化した周波数変調信号を用いて駆動回路3でレーザーダイオード4を駆動する。

【0027】ここでこのレーザーダイオード4は、光学部品と共に、鏡筒5に一体に収納されて保持され、直線偏波のレーザービームL1を凸レンズ6に射出する。この凸レンズ6は、このレーザービームL1を平行光線に変換して偏向ビームスプリッタ7に出力し、偏向ビームスプリッタ7は、このレーザービームL1を反射して凹レンズ8に射出する。

【0028】凹レンズ8は、このレーザービームL1を発散光に変換して大口径レンズ9に射出し、大口径レンズ9は、このレーザービームL1を略平行光線に変換して伝送対象に射出する。これにより光空間伝送装置1は、このレーザービームL1を介して伝送対象に映像信号等を送出するようになされている。

【0029】このレーザービームL1を射出するにつき、光空間伝送装置1は、レーザーダイオード4を傾けて保持し、これにより大口径レンズ9の前方から光空間伝送装置1を見たとき、鉛直方向に対してレーザービームL1の偏波面が45度傾くようになされている。これにより光空間伝送装置1では、伝送対象に送出するレーザービームL1と伝送対象から到来するレーザービームL2とについて、大口径レンズ9、凹レンズ8の光学系

## 5

を共通に使用してレーザービームL1及びL2を送受し、このレーザービームL1及びL2を偏向ビームスプリッタ7で簡易に分離できるようになされている。

【0030】すなわち光空間伝送装置1において、大口径レンズ9は、伝送対象から到来するレーザービームL2を受光して凹レンズ8に導き、凹レンズ8は、このレーザービームL2を平行光線に変換して偏向ビームスプリッタ7に射出する。偏向ビームスプリッタ7は、このレーザービームL2の偏波面がレーザービームL1の偏波面に対して90度の角度に保持されることにより、このレーザービームL2を透過してビームスプリッタ11に射出する。

【0031】このビームスプリッタ11は、このレーザービームL2の一部を透過して凸レンズ12に射出し、残りを反射して凸レンズ13に射出する。この凸レンズ13は、このレーザービームL2を位置検出素子でなる受光素子14に射出し、光空間伝送装置1では、この受光素子14の出力信号S2に基づいて鏡筒5の向きを可変し、レーザービームL1を正しく伝送対象に向けて射出する。

【0032】これに対して凸レンズ12は、レーザービームL2をアバランシェフォトダイオードでなる受光素子15に集光する。信号処理回路26は、この受光素子15の出力信号S3を電流電圧変換した後、所定利得で増幅し、映像信号S4等を復調して出力する。これにより光空間伝送装置1では、伝送対象から送出された映像信号等を受信するようになされている。

【0033】このようにしてレーザーダイオード4を駆動してレーザービームL1を送出するにつき、光空間伝送装置1は、予めデータ入力装置20を介して入力されたレーザーダイオード4等の特性データを基準にして、光量モニタ回路21、電流モニタ回路22、温度モニタ回路23のモニタ結果に基づいて、システム制御回路24でレーザーダイオード4の寿命を予測する。

【0034】すなわち光空間伝送装置1において、データ入力装置20は、光空間伝送装置1の操作パネルに配置された操作子で形成され、この実施例では、最終調整工程において、この操作子を操作することにより、システム制御回路24の動作モードを初期設定モードに切り換える。システム制御回路24は、この初期設定モードに設定されると、操作子の操作に応動して順次入力されるレーザーダイオード4の特性データと光量モニタ回路21の特性データとをメモリ回路26に記録する。

【0035】ここでこのメモリ回路26は、電氣的に書換え可能な読み出し専用メモリ（すなわちEEPROMでなる）で形成され、この実施例では、レーザーダイオード4の特性データとして、レーザーダイオード4の初期設定光量L0、温度25度における初期発振開始電流値I<sub>th00</sub>、初期発振開始電流I<sub>th00</sub>の温度係数C<sub>Ith00</sub>、温度25度における初期微分効率 $\eta$ D00、初期微分

## 6

効率 $\eta$ D00の温度係数C $\eta$ D0及び標準的な劣化率dcをメモリ回路26に記録する。

【0036】さらにメモリ回路26は、光量モニタ回路21の特性データとして、レーザーダイオード4のパッケージに収納された光量モニタ用フォトディテクタについて、レーザーダイオード4を初期設定光量L0で駆動した際に得られる温度25度におけるこのフォトディテクタのモニタ電圧値V<sub>pd</sub>、モニタ電圧V<sub>pd</sub>の温度係数C<sub>pd</sub>を記録する。なお劣化率以外の特性データは、レーザーダイオード4毎に実測してメモリ回路26に記録され、これにより光空間伝送装置1では、素子間で特性がばらついた場合でも、正確にレーザーダイオード4の寿命を予測する。

【0037】これに対して実際の使用時、システム制御回路24は、光量モニタ回路21、電流モニタ回路22及び温度モニタ回路23のモニタ結果に基づいて、レーザーダイオード4から射出されるレーザービームL1の光量が、この特性データの1つでなる初期設定光量L0になるようにレーザーダイオード4を駆動する。

【0038】すなわちシステム制御回路24は、デジタルアナログ変換回路(D/A)28に駆動データを出力し、このデジタルアナログ変換回路28は、この駆動データをアナログ信号に変換して出力することにより、図3に示すように、自動光量制御回路29にレーザーダイオード駆動用の基準電圧V1を出力する。なおこの実施例では、この基準電圧V1で決まる光量を基準にして周波数多重化信号の信号レベルに追従してレーザービームL1の光量が変化するようにレーザーダイオード4を駆動しているが、図3においては、この周波数多重化信号系の記載を省略して説明する。

【0039】自動光量制御回路29は、抵抗30、可変抵抗31及び抵抗32の直列回路の一端を負側電源-VCCに接続し、この直列回路の他端に基準電圧V1を入力する。さらに自動光量制御回路29は、可変抵抗31の出力電圧を演算増幅回路33の非反転入力端に入力し、この演算増幅回路33の出力信号を抵抗34を介して駆動回路3に出力する。

【0040】駆動回路3は、コレクタを接地したトランジスタ35に、この演算増幅回路33の出力信号を受け、このトランジスタ35によりレーザーダイオード4を駆動する。すなわちトランジスタ35は、レーザーダイオード4及び抵抗36の直列回路を介してエミッタを負側電源-VCCに接続し、これにより基準電圧V1で決まる光量を基準にしてレーザーダイオード4を駆動する。

【0041】これに対して光量モニタ回路21は、このレーザーダイオード4のパッケージに一体に収納されて、レーザーダイオード4のリア側レーザービームを受光するフォトディテクタ37を用いて、レーザービームL1の光量を検出し、この光量検出結果を自動光量制御

回路29及びシステム制御回路24に出力する。

【0042】すなわち光量モニタ回路21は、抵抗39及び40の直列回路により負側電源を分圧し、その結果得られる分圧電圧を抵抗41を介してフォトディテクタ37に供給し、これによりフォトディテクタ37を駆動する。なお抵抗39には、バイパスコンデンサ42が並列に接続されるようになされている。さらに光量モニタ回路21は、抵抗44を介して抵抗39及び40の接続中点を演算増幅回路45の非反転入力端に接続し、これによりレーザービームL1の受光結果でなるフォトディテクタ37の動作電流を演算増幅回路45で電流電圧変換する。

【0043】光量モニタ回路21は、このモニタ結果でなるモニタ電圧V2をアナログデジタル変換回路(A/D)46を介してシステム制御回路24に出力し、これによりシステム制御回路24では、メモリ回路26に格納した特性データに基づいてこのモニタ電圧V2からレーザービームL1の正しい光量を検出することができる。

【0044】これに対して自動光量制御回路29は、抵抗47を介してこのモニタ電圧V2を演算増幅回路33の反転入力端に帰還する。さらに演算増幅回路33は、出力端及び反転入力端に帰還抵抗48及び帰還コンデンサ49を接続し、これによりモニタ電圧V2に基づいて、レーザービームL1の光量が基準電圧V1で決まる光量を基準にして、周波数多重化信号の信号レベルに追従して変化するように、レーザーダイオード4の光量を制御する。

【0045】かくするにつきシステム制御回路24は、このレーザービームL1の光量がメモリ回路26に記録した初期設定光量L0になるように、駆動データを出力することになる。

【0046】これに対して電流モニタ回路22は、抵抗36及びレーザーダイオード4の接続中点にインダクター50を接続し、このインダクター50の他端を演算増幅回路51の非反転入力端に入力し、これによりレーザーダイオード4の動作電流から高周波成分を抑圧して演

$$I_{tho}(T) = I_{tho0} + C I_{tho} \times (T - T_0) \quad \cdots (1)$$

で表すことができる。ここでC I<sub>tho</sub>は、初期発振開始電流の温度係数を表し、I<sub>tho0</sub>は、温度25度における初期発振開始電流を表し、何れもメモリ回路26に記録された特性データである。またT<sub>0</sub>は、温度25度を表す。

【0051】なお図4は、このレーザーダイオード4の初期動作特性を示し、温度25度の場合に比して温度5

$$\eta_{D0}(T) = \eta_{D00} + C \eta_{D0} \times (T - T_0) \quad \cdots (2)$$

で表すことができる。

【0052】これによりレーザーダイオード4が何ら劣化していない場合、メモリ回路26に記録した初期設定光量L0でレーザービームL1を射出するためには、

算増幅回路51に入力する。ここでこの演算増幅回路51は、反転入力端及び出力端を帰還抵抗53及びコンデンサ54で接続し、これによりレーザーダイオード4の動作電流を電流電圧変換し、変換結果でなるモニタ電圧V3を生成する。電流モニタ回路22は、このモニタ電圧V3をアナログデジタル変換回路(A/D)55を介してシステム制御回路24に出力し、これにより光空間伝送装置1では、システム制御回路24において、レーザーダイオードの動作電流をモニタできるようになされている。

【0047】これに対して温度モニタ回路23は、サーミスタ等の感熱素子をレーザーダイオード4のパッケージに熱的に結合して保持し、この感熱素子で検出したレーザーダイオード4のパッケージ温度をアナログデジタル変換回路(A/D)56を介してシステム制御回路24に出力する。

【0048】このようにしてシステム制御回路24は、レーザーダイオード4を駆動し、このとき一定周期で図1に示す処理手順を実行し、これによりレーザーダイオード4の寿命を予測する。すなわちシステム制御回路24は、上述の条件で駆動を開始すると、ステップSP1からステップSP2に移り、ここでレーザーダイオード(LD)4の動作電流の異常を検出する。

【0049】ここでこのレーザーダイオード4の動作電流の異常は、電流モニタ回路22で検出されるレーザーダイオード4の動作電流を、温度モニタ回路23で検出される温度検出結果で補正した後、メモリ回路26に記録した劣化率を基準にして、判断される。すなわちレーザーダイオード4においては、温度が上昇すると、また長時間使用すると、同一光量のレーザービームL1を射出するために当初より多くの駆動電流が必要になる。

【0050】すなわちレーザーダイオード4においては、図4に示すように、LED発光からレーザーダイオード発光に切り換わる発振開始電流のうち、温度Tにおける初期発振開始電流値I<sub>tho</sub>(T)は、次式

【数1】

0度の方が発振開始電流が高く、また同一光量のレーザービームを射出するためには、多くの動作電流を要することがわかる。これに対して温度Tにおける初期微分効率η<sub>D0</sub>(T)は、メモリ回路26に記録された温度25度における初期微分効率η<sub>D0</sub>を微分効率温度係数C η<sub>D0</sub>で補正して、次式

【数2】

(1)式で表される初期発振開始電流値I<sub>tho</sub>(T)から微分効率で決まる分だけ駆動電流を増加すればよいことがわかる。すなわち未使用のレーザーダイオード4において、光量L0のレーザービームL1を温度T度で射

出するためには、次式

【数3】

$$I_{opo}(T) = I_{tho}(T) + \frac{L_0}{\eta D_0(T)} \quad \text{..... (3)}$$

で表される駆動電流  $I_{opo}(T)$  でレーザーダイオードを駆動すればよい。

【0053】これによりシステム制御回路24は、メモリ回路26に格納した特性データと温度モニタ回路23のモニタ結果により(1)～(3)式の演算処理を実行し、現在温度における初期状態の駆動電流  $I_{opo}(T)$

$$d_i(T) = I_{op} - I_{opo}(T) \quad 10$$

の演算処理を実行し、これにより劣化の程度  $d_i$  を検出する。

【0054】ここでこの劣化の程度  $d_i$  は、レーザーダイオード4の使用時間に応じて変化する時間関数で表さ

$$d_c(T, H) = \frac{d_i(T)}{H} \quad \text{..... (5)}$$

の演算処理を実行し、劣化率  $d_c(T, H)$  を検出する。ここでHは、タイマ66によって検出されるレーザーダイオード4の動作時間であり、この実施例では、レーザーダイオード4を駆動している期間の間、このタイマ66を駆動することにより、レーザーダイオード4の延べ使用時間を確認できるようになされている。

【0055】さらにシステム制御回路24は、(5)式の演算処理によって検出された劣化率  $d_c(T, H)$  とメモリ回路26に予め記録した劣化率との間で比較結果を得、メモリ回路26に記録した劣化率に比して劣化率  $d_c(T, H)$  が著しく大きな値のとき、レーザーダイオード4の動作電流の異常と判断する。

【0056】このようにして異常と判断すると、システム制御回路24は、ステップSP3に移り、この検出した劣化率  $d_c(T, H)$  を表示装置62に表示する。ここで表示装置62は、光空間伝送装置1の操作パネルに隣接して配置されるようになされている。これにより光空間伝送装置1は、オペレータに注意を促すようになされている。

【0057】さらにシステム制御回路24は、このステップSP3において、レーザーダイオード4の動作を停止制御した後、ステップSP4に移ってこの処理手順を終了する。これにより光空間伝送装置1は、レーザーダイオード4の動作を常時監視し、異常動作が発生するとレーザーダイオード4の動作を即座に停止制御し、レーザーダイオード4の破損等の事故を有効に回避するようになされている。

$$I_{op\ limit}(T) = C_{limit} \times I_{opo}(T) \quad \text{..... (6)}$$

の演算処理を実行して設定される。ここで  $C_{limit}$  は、レーザーダイオードの動作限界電流係数を表し、一般に値1.2～1.5の範囲に選定される。

を検出する。さらにシステム制御回路24は、このようにして検出した駆動電流  $I_{opo}(T)$  と、電流モニタ回路22のモニタ電圧V3によって検出される動作電流値  $I_{op}$  とにより、次式

【数4】

$$\text{..... (4)}$$

れることになる。これによりシステム制御回路24は、この変化の程度  $d_i(T)$  について、次式

【数5】

【0058】これに対してステップSP2において異常と判断されなかった場合、システム制御回路24は、ステップSP5に移り、ここでタイマ66のカウント値を検出することにより、前回の寿命判断時から1時間が経過したか否かを判断する。ここで否定結果が得られると、システム制御回路24は、ステップSP2に戻るのに対し、前回の寿命判断時から1時間が経過した場合、肯定結果が得られることにより、ステップSP6に移り、レーザーダイオード4の寿命を予測する。

【0059】ここでこの寿命の予測は、予め規定した特性にレーザーダイオード4が劣化するまでの時間で判断され、この規定の特性は、電流モニタ回路22のモニタ結果でなるレーザーダイオード4の動作電流によって判断される。

【0060】すなわちシステム制御回路24は、始めに温度モニタ回路23のモニタ結果と、メモリ回路26に格納した特性データにより上述の(1)～(3)式の演算処理を実行し、これによりレーザーダイオード4の現在温度Tにおける初期の駆動電流  $I_{opo}(T)$  を検出する。さらにシステム制御回路24は、この初期の駆動電流  $I_{opo}(T)$  から限界動作電流  $I_{op\ limit}(T)$  を検出し、この限界動作電流  $I_{op\ limit}(T)$  をレーザーダイオード4の寿命と判断する。

【0061】ここでこの限界動作電流  $I_{op\ limit}(T)$  は、次式

【数6】

【0062】このようにしてレーザーダイオード4の現在温度Tにおける限界動作電流  $I_{op\ limit}(T)$  が設定されると、システム制御回路24は、電流モニタ回路2

2のモニタ結果より実際のレーザーダイオード4の動作電流 $I_{op}$ を検出し、次式

$$L_i(T) = I_{op\ limit}(T) - I_{op} \quad \cdots (7)$$

の演算処理を実行する。これによりシステム制御回路24は、限界動作電流 $I_{op\ limit}(T)$ までの動作電流の余裕分 $L_i(T)$ を検出する。ここでこの余裕分 $L_i(T)$ は、レーザーダイオード4の動作電流が寿命に至るまでの残り分を表してなることにより、電流に換算し

$$L_h(T, H) = CL_h(H) \times \frac{L_i(T)}{dc(T, H)} \quad \cdots (8)$$

の演算処理を実行し、これにより残り寿命を時間で表してなる残り寿命 $L_h(T, H)$ を検出する。ここで $CL_h(H)$ は、補正係数であり、使用するレーザーダイオードの種類に応じて異なる値であり、ここでは予め設定した値を代入して(8)式の演算処理を実行する。

【0064】このようにして残り寿命 $L_h(T, H)$ が検出されると、システム制御回路24は、続いてステップSP7に移り、ここで残り寿命が50時間以内か否かを判断し、ここで否定結果が得られると、ステップSP2 20に戻る。かくしてこの実施例では、動作の異常だけ常時モニタし、寿命については、1時間毎に検出することにより、システム制御回路24の負担を軽減するようになっている。

【0065】これに対して図5に示すように、長時間使用するとレーザーダイオード4が劣化し、初期設定光量 $L_0$ のレーザービームを得るために多くの動作電流を要するようになり、ついにはレーザーダイオード4の動作電流が限界動作電流 $I_{op\ limit}$ を越えるようになる。この場合、このような状態に至る前に、システム制御回路24は、ステップSP7において肯定結果が得られることにより、ステップSP8に移り、表示装置62に表示データを出力して残り寿命を表示する。さらにこのときシステム制御回路24は、残り寿命が短くなると、この

$$V_{pd}(T) = V_{pdo} + C_{pd} \times (T - T_0) \quad \cdots (9)$$

【0069】これにより初期設定光量 $L_0$ と低減後の光量 $L_{01}$ においては、次式

$$L_{01} = L_0 \times \frac{V_{pd1}}{V_{pd}(T)} \quad \cdots (10)$$

の関係式で表される関係式が得られ、これによりモニタ電圧 $V_{pd1}$ が得られるように、レーザーダイオード4を駆動してレーザービームL1の光量を初期設定光量 $L_0$ から光量 $L_{01}$ に低減することができる。これにより図6に示すように、レーザーダイオード4の駆動電流を低減することができ、その分レーザーダイオード4の寿命を

$$I_{opol}(T) = I_{tho}(T) + \frac{L_{01}}{\eta D_0(T)} \quad \cdots (11)$$

【数7】

た寿命を表すことになる。

【0063】これによりステップSP2において検出した変化率 $dc(T, H)$ を用いて、システム制御回路24は、次式

【数8】

表示を点滅表示に切り換え、さらに残り寿命が短くなると、この点滅の周期を徐々に短くする。これによりシステム制御回路24は、残り寿命に対応して残り寿命を表示し、オペレータの注意を喚起する。

【0066】続いてシステム制御回路24は、ステップSP9に移り、延命の操作子が押圧操作されたか否かを判断する。ここで光空間伝送装置1は、操作パネル上に延命の操作子63が配置され、システム制御回路24は、所定期間経過してもこの延命の操作子63が押圧操作されない場合、ステップSP2に戻るのに対し、ここで延命の操作子63が押圧操作されると、ステップSP10に移り、レーザービームL1の光量を低減する。

【0067】ここでシステム制御回路24は、光量モニタ回路21で検出されるモニタ電圧 $V_3$ に基づいて、予め設定した範囲内で、予め設定した割合だけレーザービームL1の光量を低減する。すなわち光量モニタ用のフォトディテクタについて、初期設定光量 $L_0$ における温度 $T$ 度のモニタ電圧を $V_{pd}(T)$ とおき、このメモリ回路26に格納した初期設定光量 $L_0$ における温度 $25$ 度のモニタ電圧を $V_{pdo}$ 、このモニタ電圧 $V_{pdo}$ の温度係数を $C_{pd}$ とおけば、次式の関係式を得ることができる。

【0068】

【数9】

【数10】

延ばすことができる。

【0070】さらにシステム制御回路24は、このようにして光量を低減すると、続いてこの低減した光量で寿命予測し、予測結果を表示する。ここでシステム制御回路24は、次式

【数11】

の演算処理を実行することにより、温度モニタ回路23 50 を介して検出される温度 $T$ 度における低減後の光量 $L_{01}$

の初期動作電流  $I_{opl}$  (T) を検出する。

【0071】さらに電流モニタ回路22のモニタ電圧  $V_2$  によって規定されるレーザーダイオード4の動作電流

$$dil(T) = I_{opl} - I_{opl}(T)$$

の演算処理を実行し、現在温度における劣化の程度  $dil$  (T) を検出する。

【0072】さらにシステム制御回路24は、現在温度

$$Lil(T) = I_{op\ limit}(T) - I_{opl}$$

の演算処理を実行し、これにより電流換算の寿命  $Lil$  (T) を検出する。さらにシステム制御回路24は、タ

$$dcl(T, H) = \frac{dil(T)}{H}$$

の演算処理を実行し、現在温度における光量  $L_{01}$  の劣化率  $dcl(T, H)$  を検出する。

【0073】これによりシステム制御回路24は、

$$Lhl(T, H) = CLh(H) \times \frac{Lil(T)}{dcl(T, H)} \quad \dots\dots (15)$$

の演算処理を実行し、残り寿命  $Lhl(T, H)$  を予測する。

【0074】システム制御回路24は、この予測した寿命を表示し、この表示に対応してオペレータが了解の操作子を操作すると、ステップSP2に移り、この低減した光量で引き続いてレーザーダイオード4を駆動する。これにより光空間伝送装置1では、この変更した駆動条件でレーザーダイオード4を駆動してレーザーダイオード4の寿命を延長し、この状態で通信を継続することになる。

【0075】これに対してオペレータがアップの操作子又はダウンの操作子を操作すると、システム制御回路24は、この操作子の操作に対応して光量を増大し、または低減し、改めて寿命予測すると共に、予測結果を表示し、オペレータの操作を待ち受ける。

【0076】すなわちこの種の光空間伝送装置1を用いる中継現場においては、例えばニュースの中継現場のように、比較的短時間の間、通信回線を確保したい場合がある。この場合、例えば雨中のように、光空間伝送路の伝送条件が極めて劣化する場合もある。このような場合においては、レーザーダイオード4の寿命を延長するより、この短時間の間、映像信号を高品質で伝送することが望まれる。

【0077】これに対して比較的長時間、映像信号を送りたい場合もあり、この場合はレーザービームL1の光量を低減してでも、長時間、通信回線を確保することが望まれる。このため光空間伝送装置1は、レーザーダイオード4が寿命に近づくと、オペレータの注意を喚起すると共に、オペレータの操作を待ち受けてレーザービームL1の光量を低減することにより、光空間伝送装置1の使用条件に対応して必要に応じてレーザーダイオ

$I_{opl}$  から、次式

【数12】

$$\dots\dots (12)$$

における限界動作電流値  $I_{op\ limit}(T)$  から、次式  
【数13】

$$\dots\dots (13)$$

イマ66のカウント結果を用いて、次式

【数14】

$$\dots\dots (14)$$

(8) 式と同様に、次式

【数15】

ド4の寿命を延長するようになされ、これにより使い勝手を向上するようになされている。

【0078】またこのレーザービームL1の光量を低減する際、光空間伝送装置1は、低減後の光量でレーザーダイオード4の寿命を予測し、オペレータの了解を求めることにより、オペレータにおいては、この再予測した寿命と使用条件とに基づいて必要に応じて駆動条件を再設定することができ、これによりさらに一段と光空間伝送装置1の使い勝手を向上することができる。

【0079】以上の構成において、光空間伝送装置1は、最終調整工程において、初期設定モードに設定され、メモリ回路26に、レーザーダイオード4の特性データとして、レーザーダイオード4の初期設定光量  $L_0$ 、温度25度における初期発振開始電流値  $I_{th00}$ 、初期発振開始電流  $I_{th00}$  の温度係数  $C_{Ith00}$ 、温度25度における初期微分効率  $\eta_{D00}$ 、初期微分効率  $\eta_{D00}$  の温度係数  $C_{\eta D0}$  及び標準的な劣化率  $d_c$  が記録され、また光量モニタ回路21の特性データとして、レーザーダイオード4を初期設定光量  $L_0$  で駆動した際に得られる温度25度におけるモニタ電圧値  $V_{pd}$ 、モニタ電圧  $V_{pd}$  の温度係数  $C_{pd}$  が記録される。

【0080】これに対して実際の使用時、光空間伝送装置1は、システム制御回路24によって光量モニタ回路21、電流モニタ回路22及び温度モニタ回路23のモニタ電圧がモニタされ、これによりレーザービームL1の光量、レーザーダイオード4の駆動電流、レーザーダイオード4のパッケージ温度がモニタされた状態でレーザーダイオード4が駆動され、初期設定光量  $L_0$  のレーザービームL1がこのレーザーダイオード4が射出される。

【0081】このときこのレーザービームL1は、映像



信号により変調された状態でレーザーダイオード4から射出され、大口径レンズ9から伝送対象に向かって送出され、これにより伝送対象に映像信号が伝送される。

【0082】このようにしてレーザーダイオード4を駆動するにつき、光空間伝送装置1は、電流モニタ回路22で検出されるレーザーダイオード(LD)4の動作電流から劣化率 $d_c(T, H)$ が検出され、この劣化率 $d_c(T, H)$ とメモリ回路26に記録された劣化率との間で比較結果を得ることにより、レーザーダイオード4の動作電流の異常が監視される。ここで異常が検出されると、この劣化率 $d_c(T, H)$ が表示装置62に表示され、レーザーダイオード4の動作が停止制御され、これによりレーザーダイオード4の破損等が有効に回避される。

【0083】これに対して異常なくレーザーダイオード4が動作している場合、光空間伝送装置1は、1時間毎にレーザーダイオード4の寿命を予測し、残り寿命が50時間以内になると、表示装置62に表示データを出力して残り寿命を表示する。さらにこのとき光空間伝送装置1は、残り寿命に対応して残り寿命の表示形態を切り換え、オペレータの注意を喚起する。

【0084】この状態で所定期間内に延命の操作子が押圧操作されると、光空間伝送装置1は、レーザービームL1の光量を低減し、この低減した光量でレーザーダイオード4の寿命を再予測する。さらに再予測した寿命を表示してオペレータの了解を求め、ここでオペレータの操作に応動してこの低減した光量で、またこの低減した光量からさらに可変した光量で、レーザービームL1を射出する。

【0085】以上の構成によれば、レーザーダイオードの特性データを予めメモリ回路26に記録し、レーザーダイオードの動作状態とこの特性データとからレーザーダイオードの寿命を予測することにより、使用環境、素子間で寿命が大きく異なる場合でも、正しく寿命を予測することができる。これによりこの予測した寿命に基づいて、レーザービームの光量を低減してレーザーダイオードの寿命を延ばすことができる。また必要に応じてレーザーダイオードを交換して、また交換の手配をして、さらには使用環境を屋内等に制限して、この種の光空間伝送装置の使い勝手を向上することができる。

【0086】なお上述の実施例においては、光量モニタ回路21のモニタ結果によりレーザービームの光量を一定値に保持する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、温度制御装置を組み込み、これによりレーザービームの光量を一定値に保持する場合にも適用することができる。すなわち図2及び図3との対応部分に同一符号を付して示す図7において、温度制御装置70は、ペルチェ素子で形成された冷却装置であり、システム制御回路24から出力される制御コマンドにより、レーザーダイオード4を規定の温度に保持する。このような場合

でも、レーザーダイオード4の特性データを予め記録することにより、使用環境、素子間で大きく異なる寿命を正しく予測することができる。

【0087】さらに上述の実施例においては、専用の自動光量制御回路によりレーザービームの光量を規定値に保持する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、システム制御回路24により、併せて自動光量制御回路を形成してもよい。すなわちこの場合図8に示すように、光量モニタ回路21のモニタ結果V2をシステム制御回路24に出力し、ここでこのモニタ結果V2を温度特性で補正し、この補正値が一定値になるようにディジタルアナログ変換回路28に駆動データを出力することになる。

【0088】また上述の実施例においては、いわゆるリアモニタ方式によりレーザービームL1の光量をモニタする場合について述べたが、本発明はこれに限らず、いわゆるフロントモニタ方式によりレーザービームの光量をモニタする場合にも適用することができる。

【0089】さらに上述の実施例においては、双方向の光空間伝送装置に適用して映像信号を伝送する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、送信専用及び受信専用の光空間伝送装置間で映像信号を伝送する場合、映像信号に限らず種々の情報信号を伝送する場合、さらには種々の光通信装置に広く適用することができる。

#### 【0090】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、使用条件、装置間で大きく変化するレーザーダイオードの寿命を正確に予測することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による光空間伝送装置の動作の説明に供するフローチャートである。

【図2】図1の光空間伝送装置の全体構成を示すブロック図である。

【図3】図2のレーザーダイオードの周辺回路を示す接続図である。

【図4】レーザーダイオードの初期状態における動作電流と光量との関係を示す特性曲線図である。

【図5】長時間使用した場合におけるレーザーダイオードの動作電流と光量との関係を示す特性曲線図である。

【図6】図5において光量を低減した場合における動作点の変化を示す特性曲線図である。

【図7】他の実施例による光空間伝送装置のレーザーダイオードの周辺回路を示す接続図である。

【図8】システム制御回路により光量を一定値に保持する実施例のレーザーダイオードの周辺回路を示す接続図である。

【図9】レーザーダイオードの平均寿命時間を示す特性曲線図である。

【図10】微分効率と温度との関係を示す特性曲線図である。

【図11】発振開始電流と温度との関係を示す特性曲線図である。

【図12】発振開始電流の個体間のばらつきを示す特性曲線図である。

【図13】動作電流の個体間のばらつきを示す特性曲線図である。

【図14】微分効率の個体間のばらつきを示す特性曲線図である。

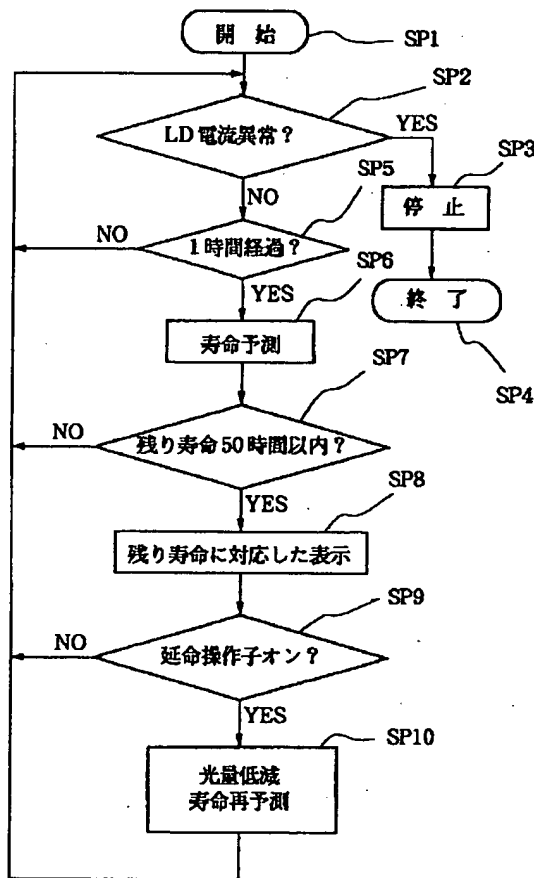
【図15】光量モニタ用フォトディテクタについて個体間のばらつきを示す特性曲線図である。

【図16】光量モニタ用フォトディテクタの温度特性を示す特性曲線図である。

【符号の説明】

1 光空間伝送装置

【図1】



駆動回路

レーザーダイオード

データ入力装置

光量モニタ回路

電流モニタ回路

温度モニタ回路

システム制御回路

メモリ回路

デジタルアナログ変換回路

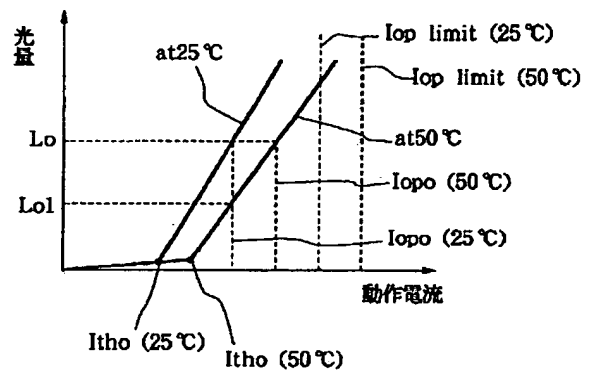
10 自動光量制御回路

46、55、56 アナログデジタル変換回路

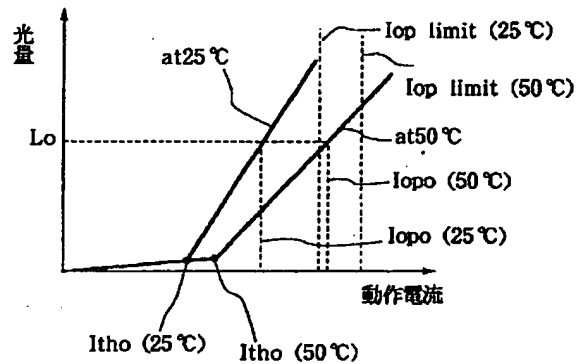
63 操作子

66 タイマ

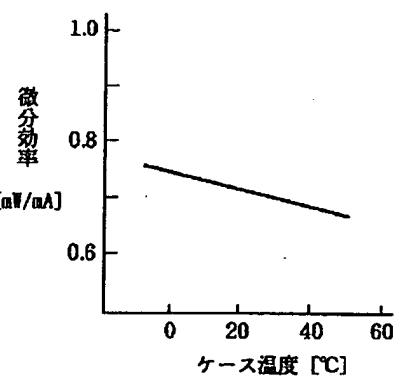
【図4】



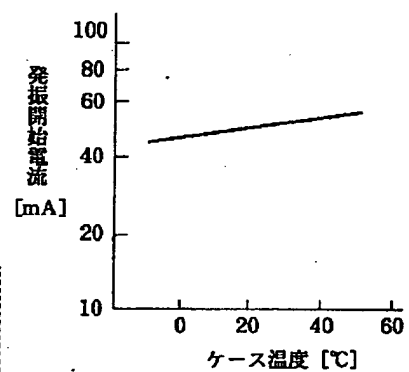
【図5】



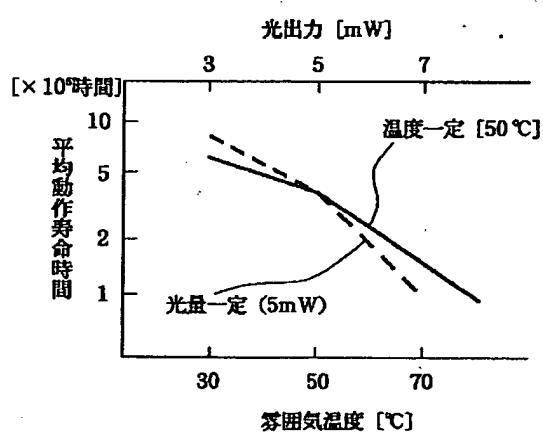
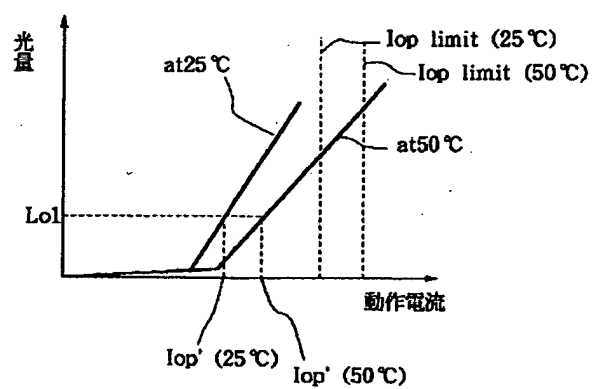
【☒ 10】



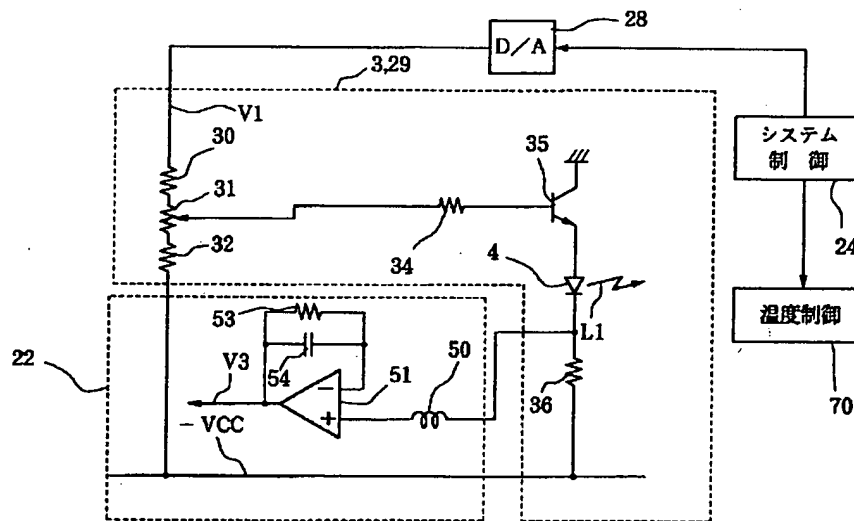
【例 11】



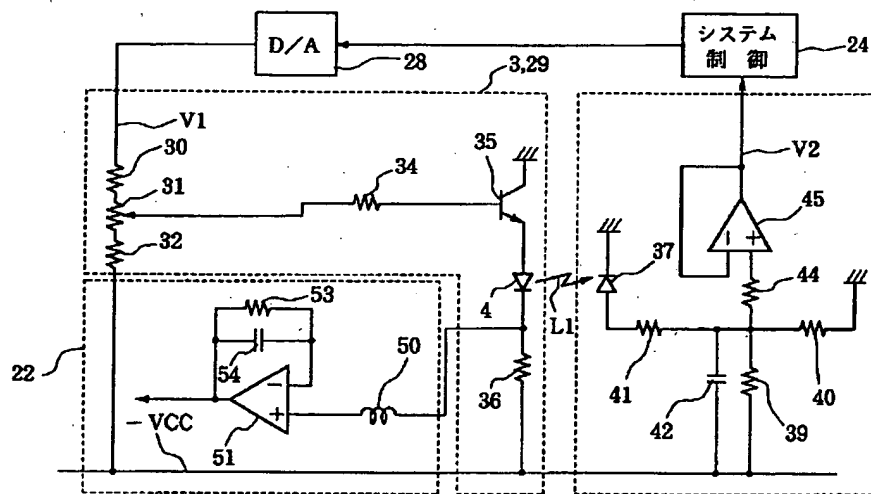
【图9】



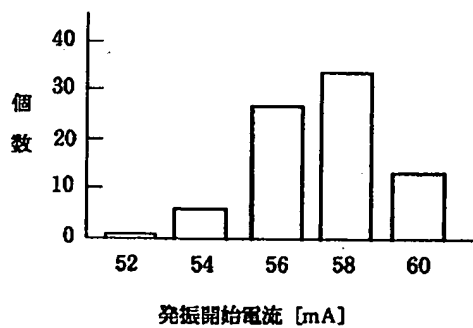
【図7】



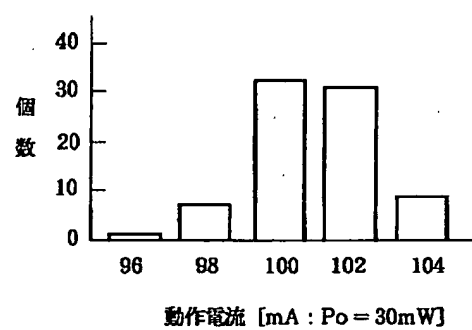
【図8】



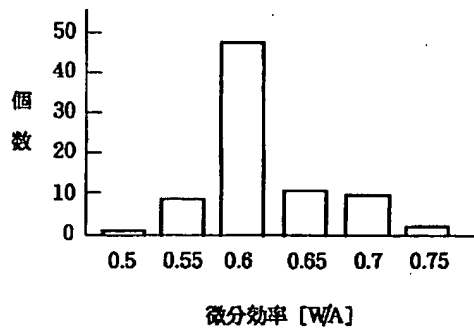
【図12】



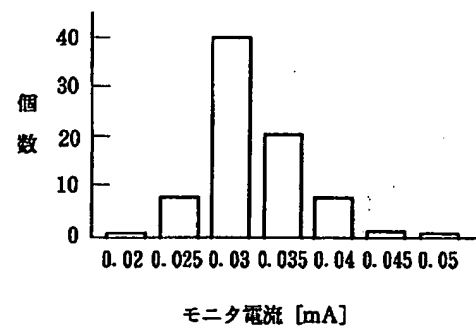
【図13】



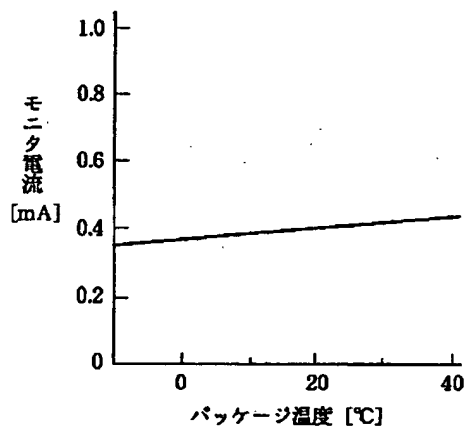
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

H04B 10/14

10/06

10/04

10/08

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H04B 9/00

K